

520.43177X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): NISHIZAWA, et al.

Serial No.: Not assigned

Filed: October 2, 2003

Title: MANIPULATOR

Group: Not assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

October 2, 2003

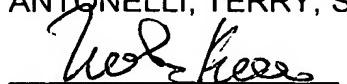
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby  
claim(s) the right of priority based on Japanese Application No.(s) 2002-289359 filed  
October 2, 2002.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

  
Melvin Kraus  
Registration No. 22,466

MK/amr  
Attachment  
(703) 312-6600

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年10月 2日

出願番号 Application Number: 特願2002-289359

[ST. 10/C]: [JP2002-289359]

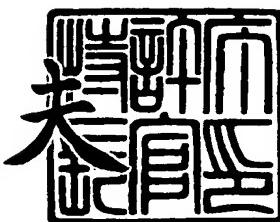
出願人 Applicant(s): 株式会社日立製作所



2003年 9月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 1502006451

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 A61B 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所  
機械研究所内

【氏名】 西澤 幸司

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所  
機械研究所内

【氏名】 田島 不二夫

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所  
機械研究所内

【氏名】 岸 宏亮

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構（再）委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マニピュレータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の関節を有するマニピュレータにおいて、前記関節の少なくとも 1 つの関節は対向して配置された 2 個の転がり部材と、一方の転がり部材を他方に対して転がり運動させる駆動手段と、2 個の転がり部材の回転中心間距離を一定に保つ手段とを設けたことを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】

前記駆動手段は、前記各転がり部材の回転軸に取り付けたガイド手段とこのガイド手段に少なくとも 1 点を固定されたワイヤとを有することを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 3】

前記関節は先端から 2 番目以降の関節であり、より先端部に近い関節を駆動するワイヤをこの関節が有するガイド部材間を通して先端部側の関節に導いたことを特徴とする請求項 2 に記載のマニピュレータ。

【請求項 4】

前記転がり部材は、転がり部に複数の歯が形成された歯車と、硬質表面処理された半円部を有する手段と、互いに接触する表面に粘性または粘着性を有する表面加工を施した手段と、対向して配置したワイヤ保持手段と両端部を異なる前記ワイヤ保持手段に固定した 2 本のワイヤとを有し 2 本のワイヤをたすき掛けした手段との少なくともいずれかであることを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 5】

術具部とこの術具部に設けた把持部を駆動する駆動部とを有するマニピュレータにおいて、前記術具部と駆動部との間に術具側結合部を設け、前記駆動部との術具側結合部間で術具を分離または連結可能としたことを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 6】

前記術具側結合部は把持部を駆動するワイヤをガイドする複数の第1の案内手段と、この第1の案内手段に案内されたワイヤと、このワイヤの一部を保持するブーリが形成された第2の案内手段とを有し、前記駆動部はこの第2の案内手段に接触する第3の案内手段とこの第3の案内手段を駆動する駆動手段とを有することを特徴とする請求項5に記載のマニピュレータ。

#### 【請求項7】

前記ワイヤの中間に張力検出手段を介装したことを特徴とする請求項6に記載のマニピュレータ。

#### 【請求項8】

前記駆動手段が前記ワイヤを引く引き量を制御する手段を設けたことを特徴とする請求項6に記載のマニピュレータ。

#### 【請求項9】

前記術具結合部は端部側に延びるピンを有し、前記駆動部にこのピンに嵌合する穴を形成して前記駆動部と術具結合部とを位置決めすることを特徴とする請求項5に記載のマニピュレータ。

#### 【請求項10】

前記術具結合部と駆動部とを結合するねじ手段を設け、前記術具結合部の中央部にねじ穴を、前記駆動部にこのねじ穴に対応する位置に穴をそれぞれ形成したことを特徴とする請求項5に記載のマニピュレータ。

#### 【請求項11】

術具部とこの術具部に設けた把持部を駆動する駆動部とを有するマニピュレータにおいて、前記術具部と駆動部との間に術具側結合部を設け、前記駆動部とこの術具側結合部間で術具を分離または連結可能とし、前記術具部は前記把持部を回転させる関節を有し、この関節は対向して配置された2個の転がり部材と、一方の転がり部材を他方に対して転がり運動させる駆動手段と、2個の転がり部材の回転中心間距離を一定に保つ手段とを有することを特徴とするマニピュレータ。

#### 【請求項12】

第1のリンク及び第2のリンクを有する関節と、この第1及び第2のリンクを

互いに転がり接触させる転がり接触手段と、各リンクの転がり接触時の回転中心から等距離にワイヤをガイドするガイド手段と、このガイド手段にガイドされるワイヤとを有し、このワイヤは前記ガイド手段間を通して配線されていることを特徴とするマニピュレータ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明はマニピュレータに係り、特に医療用に好適なマニピュレータに関する

。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来の医療用マニピュレータの例が、特許文献1や特許文献2に記載されている。特許文献1に記載の医療用マニピュレータでは、手首関節を動かすのにワイヤを用い、ワイヤの経路長の変化に応じてマニピュレータの先端に位置する術具部を駆動するアクチュエータの位置を制御している。すなわち、アクチュエータ側の第1の関節を曲げると関節の内側と外側でワイヤの経路長が変化すので、反対側の第2の関節を駆動するワイヤを用いて第1の関節の駆動している。特許文献2においても、医療用マニピュレータの先端部関節とこの関節よりもさらに先端部に設けられる術具を、ワイヤを用いて回動及び開閉している。

#### 【特許文献1】

米国特許 第5797900号明細書

#### 【特許文献2】

米国特許 第6394998号明細書

##### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

医療用マニピュレータの先端部に位置する術具には、小型で複数の自由度を有する要求が高く、上記各特許文献では、ワイヤを介して駆動部であるアクチュエータから術具へ駆動力を伝達している。しかしながら、マニピュレータまたは術具の開閉をワイヤを用いて駆動しているものでは、関節角度を変化させると先端ま

で導くワイヤの経路が変化し、関節の首振り動作ができなくなるおそれがあった。この不具合を解消するために、特許文献1では、ワイヤの経路長の変化による駆動力を用いて先端側の関節角度を制御している。このため、アクチュエータを構成するモータ位置を、新たに制御する必要が生じている。

#### 【0004】

また特許文献2に記載の術具では、アクチュエータ同士の協調制御が必要となるが、協調制御がうまくいかないとワイヤに必要以上の張力が付与されてワイヤの寿命を縮めるおそれがある。

#### 【0005】

本発明は上記従来技術の不具合に鑑みなされたものであり、その目的は医療用マニピュレータを小型で制御性に富ませることにある。本発明の他の目的は、マニピュレータへの術具の着脱を容易にすることにある。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明の特徴は、複数の関節を有するマニピュレータにおいて、関節の少なくとも1つの関節は対向して配置された2個の転がり部材と、一方の転がり部材を他方に対して転がり運動させる駆動手段と、2個の転がり部材の回転中心間距離を一定に保つ手段とを設けたものである。

#### 【0007】

そしてこの特徴において、駆動手段は、各転がり部材の回転軸に取り付けたガイド手段(中間プレート)とこのガイド手段に少なくとも1点を固定されたワイヤとを有する；関節は先端から2番目以降の関節であり、より先端部に近い関節を駆動するワイヤをこの関節が有するガイド部材間を通して先端部側の関節に導く；転がり部材は、転がり部に複数の歯が形成された歯車と、硬質表面処理された半円部を有する手段と、互いに接触する表面に粘性または粘着性を有する表面加工を施した手段と、対向して配置したワイヤ保持手段と両端部を異なる前記ワイヤ保持手段に固定した2本のワイヤとを有し2本のワイヤをたすき掛けした手段との少なくともいずれかであることが望ましい。

#### 【0008】

上記目的を達成する本発明の他の特徴は、術具部とこの術具部に設けた把持部を駆動する駆動部とを有するマニピュレータにおいて、術具部と駆動部との間に術具側結合部を設け、駆動部とこの術具側結合部間で術具を分離または連結可能としたことにある。

#### 【0009】

そしてこの特徴において、術具側結合部は把持部を駆動するワイヤをガイドする複数の第1の案内手段と、この第1の案内手段に案内されたワイヤと、このワイヤの一部を保持するブーリが形成された第2の案内手段とを有し、駆動部はこの第2の案内手段に接触する第3の案内手段とこの第3の案内手段を駆動する駆動手段とを有することが望ましい。

#### 【0010】

また望ましくは、ワイヤの中間に張力検出手段を介装する；駆動手段がワイヤを引く引き量を制御する手段を設ける；術具結合部は端部側に延びるピンを有し、駆動部にこのピンに嵌合する穴を形成して駆動部と術具結合部とを位置決めするものである。さらに、術具結合部と駆動部とを結合するねじ手段を設け、術具結合部の中央部にねじ穴を、駆動部にこのねじ穴に対応する位置に穴をそれぞれ形成することが好ましい。

#### 【0011】

上記目的を達成するための本発明のさらに他の特徴は、術具部とこの術具部に設けた把持部を駆動する駆動部とを有するマニピュレータにおいて、術具部と駆動部との間に術具側結合部を設け、駆動部とこの術具側結合部間で術具を分離または連結可能とし、術具部は把持部を回転させる関節を有し、この関節は対向して配置された2個の転がり部材と、一方の転がり部材を他方に対して転がり運動させる駆動手段と、2個の転がり部材の回転中心間距離を一定に保つ手段とを有するものである。

#### 【0012】

上記目的を達成するためのさらに他の特徴は、マニピュレータが、第1のリンク及び第2のリンクを有する関節と、この第1及び第2のリンクを互いに転がり接触させる転がり接触手段と、各リンクの転がり接触時の回転中心から等距離に

ワイヤをガイドするガイド手段と、このガイド手段にガイドされるワイヤとを有し、このワイヤは前記ガイド手段間を通して配線されていることにある。

### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るマニピュレータの一実施例を図1ないし図4、及び図8を用いて説明する。図1は、マニピュレータ先端部の斜視図であり、図2は図1に示したマニピュレータの関節部分の分解斜視図である。この図2では、理解を容易にするため、ブレードおよび関節の首振りを駆動するワイヤを省いている。図3は、ワイヤの配線状態を説明する図であり、関節がまっすぐな状態と関節を曲げたときの状態を示している。図4は、マニピュレータの先端部にある術具部の詳細斜視図であり、図8は、アクチュエータ側のワイヤの配線状態を説明する斜視図である。

### 【0014】

以下に述べる実施例では、医療用に用いるマニピュレータを例にとり、説明する。医療用マニピュレータは、縫合糸や針等を把持する把持部14と、図1中把持部14の下部付近に位置する先端部15と、先端部15とともに第2関節を形成する中間部16と、中間部16とともに第1関節を形成する根元部17とを有する。そして、把持部14と先端部15と中間部16を操作するために、駆動ワイヤ3a～3d、5a、5bも有している。根元部17のさらに下側には、駆動ワイヤ3a～3d、5a、5bの引き量を制御する図示しない駆動制御部が設けられている。

### 【0015】

把持部14は、一対のブレード1a、1bを有し、各ブレード1a、1bの根元にはブレードプーリ2a、2bが配置されている。ブレードプーリ2a、2bには詳細を図4に示すように、ブレードを操作する駆動ワイヤ3a～3dが巻きつく溝22a、22bが形成されており、この溝22a、22bに巻きついたワイヤ3a～3dをブレードプーリ2a、2bに保持する保持部23a、23bが形成されている。

**【0016】**

先端部15は、一对のブレード1a, 1b間に挟まれた平板状の先端基部4と、この先端基部4にはほぼ直交する平板であって半円形の歯車部4aを有する転がり部材4bとを有している。先端基部4の中心部には穴が形成されており、この穴とブレードブーリ2a, 2bの中心部に形成された穴とを軸7が貫通する。歯車部4aの中心部にも穴が形成されており、この穴を貫通する軸8aが中間部16に形成された穴を貫通する。なお、手先の最大幅は5mmである。

**【0017】**

根元部17は、円筒状の筒部13とこの筒部13の先端部に位置し半円形の歯車部13aが形成された転がり部材13bとを有している。転がり部材13bの中央部には穴が形成されている。

**【0018】**

先端部15と根元部17間には、2本の軸8a, 8bの各軸を中心に先端部15と根元部17が回動可能なように、中間部16が形成されている。すなわち、中間部16は、軸8a、8bに取付けられ2個の穴が形成された卵型の中間プレート9b、12と、この中間プレート9b、12間に挟まれたワイヤ案内用のブーリ6e～6hと、同様に軸8a, 8bに取り付けられ2個の穴が形成された卵型の中間プレート11、9aと、中間プレート11に隣り合い軸8bが貫通する側に円板状の凸部20が形成された中間プレート10と、中間プレート10、9a間に挟まれた案内用のブーリ6a～6dとを有している。

**【0019】**

中間プレート10は、凸部20の回りが低くなっている、軸8aが貫通する穴の周りが凸部20と同じ高さに形成されている。このように形成したプレート10とプレート11とを接合して、ワイヤ5a, 5bの案内路を形成する。プレート11、12間には、転がり部材4b、13bが挟まれている。プレート9a, 9b, 10～12とブーリ6a～6gに形成された穴を、軸8a, 8bが貫通する。各ブーリ6a～6gは、軸8a, 8b回りに回転自在であり、転がり部材4b、13bは歯車部4a, 13aにおいて転がり接触している。これらの部材は、さび等の発生を防止し、軽量で高剛性であるチタン合金製である。

**【0020】**

図8にワイヤの装架状態を示す。中間プレート10の凸部20の周上であって2本の軸8a、8bの中心を結ぶ線との交点P<sub>e</sub>に、ワイヤ5a、5bを固定し、凸部20の外周部に装架する。ワイヤ5a、5bは、筒部13内部を通って、首振り駆動モータ54の軸端に取付けたブーリ55に装架され、ブーリ55の外周上の1点にある。ワイヤ5bの間には、張力検出手段58が取付けられている。ワイヤ5aとワイヤ5bは一本の連続するワイヤでも良いし、2本のワイヤであってもよい。

**【0021】**

図4に示すように、ブレードブーリ2a、2bには、ワイヤを装架する溝22a、22bが設けられている。ブーリ2a、2bの外周の一部には、ワイヤ固定部23a、23bが取付けられている。ワイヤ3a、3bの一部は、固定部23a、23bで接着、溶接、ロウ付けあるいはカシメにより固定される。

**【0022】**

図8に示すように、ブレードブーリ2aに1点を固定されたワイヤ3aは、ブーリ6a、次いでブーリ6cへ導かれた後、ブレード駆動モータ52の軸端に設けたモータブーリ53の外周上の1点で固定される。同様に、ブーリ2bに1点を固定されたワイヤ3bはブーリ6f、次いでブーリ6hへ導かれる。そしてブレード駆動モータ52軸端に取付けたモータブーリ53の外周上の1点で固定される。ワイヤ3aの中間には、張力検出手段57が設けられている。本実施例では、ワイヤ3aとワイヤ3bを1本の連続するワイヤとしたが、ブレードブーリ2a、2bに固定される2本のワイヤとしてもよい。

**【0023】**

ブレード1b側も、ブレード1a側と同様にワイヤ3c、3dが装架される。つまり、ブレードブーリ2bに1点を固定されたワイヤ3cは、ブーリ6b、次いでブーリ6dへ導かれる。このとき、ワイヤ3cはワイヤ3aと交差する方向からブーリ6b、6d間を横切るが、ワイヤ3aとワイヤ3cが装架されるブーリの高さを互いに異ならせたので、ワイヤ同士は接触しない。

**【0024】**

ワイヤ3cは、ブーリ6dからブレード駆動モータ50に取付けたモータブーリ51に導かれ、モータブーリ51の外周上の1点で固定される。ブレードブーリ2bに1点を固定されたワイヤ3dは、ブーリ6e、6gへ導かれる。ブーリ6e、6fとブーリ6g、6hの高さ位置を変えているので、ワイヤ3dはワイヤ3bに接触しない。ワイヤ3dは、ブーリ6gからブレード駆動モータ50に取付けたモータブーリ51に導かれ、モータブーリ51の外周上の1点で固定される。ワイヤ3dの中間には、張力検出手段56が設けられている。

### 【0025】

このように構成した本実施例のマニピュレータの動作を以下に説明する。把持部14は先端部15に対して軸7回りに回転する。その際、軸7とブレード1a、1bとの回転方向が同じであれば、把持部14の向きが変わり、ブレード1a、1bが軸7とは逆方向に回転すれば、把持部14は開閉動作する。具体的には、ブレード駆動モータ52を駆動してモータブーリ53を回転させワイヤ3bを引くと、ブレード1aは閉じる方向に動く。逆に、ワイヤ3aを引くとブレード1aは開く方向に動く。ブレード駆動モータ50を駆動してモータブーリ51を回転させワイヤ3cを引くと、ブレード1bは閉じ、ワイヤ3dを引くとブレード1bは開く。ワイヤ3aとワイヤ3cと一緒に引くあるいはワイヤ3bとワイヤ3dと一緒に引けば、把持部14が軸7回りに回転して把持方向が変わる。これを把持部関節の首振り動作と呼ぶ。

### 【0026】

先端部15の首振り角度 $\alpha$ は、根元部17と中間部16とが成す角度 $\theta_1$ と、中間部16と先端部15が成す角度 $\theta_2$ の和で表される。首振り駆動モータ54を駆動してモータブーリ55を回転させワイヤ5aを引くと、中間プレート10は軸8b回りに図3中のA方向へ回転する。同時に軸8a、先端部4、ブーリ6a、6b、6e、6f、中間プレート9a、9bも軸8b回りに図3中のA方向へ回転する。このとき、歯車部4a、13aが転がり接触しながら噛み合い動作する。

### 【0027】

歯車部4aと歯車部13aが同じ大きさの歯車のときは、中間プレート10が

軸8b回りに $\theta_1$ だけ回転すると、先端部15は軸8b回りに $\theta_1$ だけ回転しそれとともに軸8a回りに $\theta_2 = \theta_1$ だけ回転する。これにより、先端部15が根元部17に対して首を振る角度 $\alpha$ は、中間プレート10が軸8b回りに回転する角度の2倍となる。駆動モータ54を駆動してモータブーリ55を回転させワイヤ5bを引くと、先端部14は図3のB方向に首を振る。このときもA方向への首振りと同様であり、先端部15が根元部17に対して首を振る角度 $\alpha$ は中間プレート10が軸8b回りに回転した角度の2倍となる。

### 【0028】

歯車部4aの半径が歯車部13aの半径のR倍のときは、中間プレート10が軸8b回りに $\theta_1$ だけ回転すると、先端部15は軸8a回りに $\theta_2 = \theta_1 / R$ だけ回転する。したがって、先端部15は根元部17に対して角度 $\alpha = \theta_1 (1 + 1/R)$ だけ首を振る。

### 【0029】

ワイヤ3a、3bが、各ブーリに接触している部分のブーリの中心角度は、首振り角度 $\alpha$ により変化する。例えば、ワイヤ3aは2個のブーリ6a, 6cと接触する。この2個のブーリ6a, 6cにワイヤ3aが接触する部分の中心角度の和は、図3(a)ではd1+d2であり、同図(b)ではd3+d4となる。この値は歯車部4aと歯車部13aが噛み合い接触しているので、常に一定であり、根元部17と先端部15がなす先端部関節の首振り角度 $\alpha$ によらない。したがって、点P<sub>a</sub>と点P<sub>d</sub>間のワイヤの経路長さおよび点P<sub>c</sub>と点P<sub>b</sub>間のワイヤの経路長さは、角度 $\alpha$ によらず不变であり、ワイヤの位相も変化しない。

### 【0030】

ここで、ワイヤの位相はブレード1a, 1bの開閉角度であるが、この開閉角度に応じたワイヤの位置、つまり駆動部がワイヤを引く量にも相当する。ワイヤの位相が変化しないので、先端部14の関節が動いてもブレード1a, 1bは開閉しない。これにより、先端部14の関節の角度 $\alpha$ が変化しても、この関節のさらに先に設けたブレード1a, 1bを制御するワイヤの経路長や位相や張力が影響されない。その結果、張力検出手段56、57、58は、可動部を駆動するのに要する張力のみを検出できる。互いの関節動作を独立させたので、張力検出手

段56はブレード1aの回転トルクを独立に測定する。また、張力検出手段57はブレード1bの回転トルクを独立に測定し、張力検出手段58は凸部20の回転トルクを独立に測定する。各モータ50、52、54は制御装置59により制御される。また、張力検出手段55～57が検出した張力は、制御装置59に入力される。

#### 【0031】

本実施例によれば、首振り動作時はワイヤ5a、5bだけ操作してブレード1a、1bの開閉角度を一定に保持するから、ワイヤ3a～3dの引き量を制御する必要がない。また、首振り角度が変化してもワイヤの経路長が変化しないので、ワイヤが引かれて首振り角度を変化させられない事態を防止できる。また、首振り角度が変化したときにワイヤがたるむ事態が発生しないので、ブレードを操作するのに必要な一定の張力を得るまで、駆動部のワイヤを空回りさせることを防止できる。これにより、首振り動作時にもブレード開閉時にもアクチュエータの位置を変化させる必要がない。

#### 【0032】

本実施例によれば、1自由度ごとに2個のアクチュエータを備えてワイヤ長を調整する必要が無く、アクチュエータの個数は自由度の個数と同数でよい。1自由度毎に1個のアクチュエータを使用するので、関節動作が滑らかになり、作業が安定する。また、張力を正確に把握できるので医療現場において血管や組織を持して縫合する場合など、手持している対象物を適切な力で把持できる。これにより、低侵襲の治療が可能になる。

#### 【0033】

首振りワイヤと、把持部開閉ワイヤを独立に制御するので、制御が容易になると共に動作が安定する。可動範囲内の任意の首振り角度でのブレードの開閉動作やブレードで対象物を持したまま行う首振り動作を正確に行える。また2個の回転中心を有する中間部16を設けたので、先端部15の根元部17に対する首振り可能範囲を大きくすることができる。そのため、臓器の陰に隠れた患部に対しても、マニピュレータを用いて処置できる。

#### 【0034】

本発明に係るマニピュレータの変形例を、図5により説明する。本変形例では上記実施例と異なり、歯車部4a、13aを有する転がり部材4b、13bの代わりに硬質表面処理された半円部を有する転がり部材26、27を用いている。転がり部材26、27は、互いに接触する表面の面粗さを荒くして静止摩擦係数を増大させている。転がり部材26、27は、回転中心部に穴34a、35aが形成されており、この穴に軸8a、8bを挿入する。転がり部材26、27の回転中心間距離は一定に保たれる。

#### 【0035】

本変形例によれば、接触点で発生する静止摩擦により転がり部材を滑ることなく転がらせることができる。静止摩擦係数を増大させるために、表面粗さを粗くする表面処理や、粘性や粘着性の高い膜等の表面処理や、高硬度膜の表面処理を施すようにしてもよい。また、上記実施例に比べてバックラッシュによるガタ等を低減できる。

#### 【0036】

本発明の他の変形例を、図6を用いて説明する。本変形例では、転がり部材4b、13bの代わりに、半円部を有する転がり部材4e、13eとそれぞれの転がり部材4e、13eに端部を固定された2本の紐状部材28、29とを用いている。紐状部材28、29の端部は、互い他の転がり部材4e、13eの側面に固定部31～33で固定されている。2本の紐状部材28、29は、互いにたすき掛けされており、たるみや伸びが無く固定部31～33で固定される。なお、転がり部材4e、13e間には僅かに隙間が形成されている。

#### 【0037】

本変形例によれば、中間部16において先端部15と根元部17が滑ることなく回転するだけでなく、滑る方向への変位が物理的に制限されるので回転角度を容易に制御可能になる。つまり、本変形例によれば歯車かみ合いや転がり接触と同様の効果が得られる。また、歯車噛み合いに比べてバックラッシュを小さくでき、転がり接触させた場合に比べて軸間8a、8b間の距離の公差を緩めることができる。

#### 【0038】

本発明に係るマニピュレータの他の変形例を、図7により説明する。本変形例では、中間部16aを構成する転がり部材4b、13bと中間プレート12との間に中心孔45、46を有するブーリ41、42を配置し、このブーリ41、42にワイヤ44を介装している。そして、図1に示した中間プレート10を省いている。なお、本変形例ではブーリ41を転がり部材4bと、ブーリ42を転がり部材13bと一体で形成している。

#### 【0039】

さらに、根元側のブーリ42は上下に2段の溝が形成されており、上段側の溝には駆動部から延びるワイヤ43が巻きつけられている。このワイヤ43は、ブーリ42の外周部の1点で固定されている。ブーリ42の下段側の溝には、上述したワイヤ44が巻きつけられている。ワイヤ44は、ブーリ41、42のいずれかと、ブーリの外周部の1点で固定されている。

#### 【0040】

このように構成した本変形例においては、ワイヤ43をC1方向に引くと、ブーリ42が軸8b回りにC1方向に回転する。この回転は、ワイヤ44を介して先端ブーリ41に伝達される。その結果、転がり部材4bが軸8a回りに回転する。転がり部材4b、13bは、歯車部4a、13aにおいて噛み合っているから、中間部16aが筒部13に対して、軸8b回りに回転する。ワイヤ43をC2方向へ引けば、中間部16aはB方向へ首振り動作する。

#### 【0041】

本変形例によっても、上記実施例及び各変形例と同様に先端関節を首振り動作させることができる。転がり部材は、歯車部を有するものの他、表面粗さの粗い部材、粘性や粘着性を増大させた部材、あるいは動作平面内でのすべりを抑制する手段有するものでもよい。さらに、把持部首振り方向と先端部首振り方向が90度交差するものであれば、ブレード1a、1bを制御するワイヤ3a～3dが、互いのすべりを抑制する手段を兼ねることができる。

#### 【0042】

先端部を首振りさせるのに、駆動ワイヤを用いる代わりに、例えば、リンクや、先端部と中間部と根元部のいずれかにモータを設けるようにしてもよい。本変

形例においても、先端側に位置する関節を駆動するワイヤまたはワイヤ状可撓性部材を根元側関節を経由して配線するときに、それらの経路長と位相を補償することができる。

#### 【0043】

図9及び図10を用いて、本発明に係るマニピュレータの他の実施例を説明する。図9は、マニピュレータの斜視図であり、図10は図9で示した分離機構におけるワイヤの配線状態を説明するための斜視図である。本実施例では、マニピュレータの先端部14から筒部13までの他に、マニピュレータの先端側を駆動する術具結合部61、駆動部62および固定ねじ63を含んでいる。本実施例では、術具部分と駆動部が分離可能になっている。

#### 【0044】

術具部60は、把持部14と先端部15と中間部16と筒部13とを有している。術具部60には、上記実施例や変形例に記載のものを用いている。術具結合部61は、円筒形のケース部64とこのケース部64より大径の円柱状のベース部64bとを有している。ケース部64には、ローラー65a～65fが収容されており、その外周側には後述するワイヤ装架のための切り欠き部が複数箇所形成されている。

#### 【0045】

ベース部64bには溝部が形成されており、溝部の中央部は空洞になっている。空洞部の上方を覆いローラー66a～66cを取付けるブロック64cが、溝部に取付けられている。ローラー66a～66cの一方側にはワイヤ3a～3d, 5a, 5dを装架する溝が形成されている。この溝径は、ワイヤ3a～3d, 5a, 5dを装架した後でもローラー径より小径となる大きさである。ブロック64cには、駆動部62を固定ねじ63で固定するためのねじ穴72が形成されている。ブロック64cの上面側には、駆動部62を術具結合部61に固定するときの位置決め用ピン71が取付けられている。

#### 【0046】

駆動部62は円柱状の駆動部基部70と、この駆動部基部70の下面側に突出した矩形状の位置決め部70aと3個のモータ固定部69a～69cとを有して

いる。位置決め部70aには、術具結合部61のピン71が嵌合する穴73および固定ねじ63用の穴74が、駆動部基部70まで貫通して形成されている。位置決め部70aの高さは、モータ固定部69a～69cにモータ50、52、54を取付け、各モータ50、52、54の軸端にローラー67a～67cを取り付けたときに、ローラー66a～66cがローラー67a～67cに転がり接触する高さである。なお、ローラー66a～66c、67a～67cの代わりに、互いに噛み合う歯車を用いてもよい。

#### 【0047】

図10に示すように、筒部13から導かれた各ワイヤ3a～3d、5a、5dは、ローラ65a～65fをガイドとして、ローラ66a～66cに形成された溝部に装架される。これらのローラ66a～66cはローラ67a～67cと転がり接触するので、モータ50、52、54からの駆動力が各ワイヤ3a～3d、5a、5bに伝えられ、各ワイヤ3a～3d、5a、5bの引き量が制御される。

#### 【0048】

本実施例では、関節動作を制御する3個の独立に駆動可能なワイヤ駆動システムを有しているので、相互の干渉が無く、互いの動作の影響を補償する必要がない。その結果、関節機構を簡素化できる。また、駆動部62には駆動モータとそのモータに取付けたローラまたは歯車しかなく、ワイヤを駆動部までは導いていないので、固定ねじの結合を外すだけで駆動部と術具部とを分離できる。さらに、ピン71を穴73に嵌合させて位置決めし、固定ねじ63で固定するだけで駆動部と術具部とを容易に連結でき、種々の術具をスピーディに交換できる。

#### 【0049】

本実施例によれば、簡単な構造で駆動部と術具部とを連結または分離することができ、分離機構の小型化、軽量化および簡素化が図られる。その結果、マニピュレータの信頼性および安全性を向上できる。また複雑な調整が不要なので、メンテナンス性にすぐれ故障や不具合が発生する確率を低減できる。マニピュレータ及び術具を小型軽量にできるので、操作性に優れるとともに、生産コストを低減できる。

### 【0050】

図11に、上記実施例で示したマニピュレータを搭載したマニピュレタシステムの一例を斜視図で示す。マニピュレタシステムは、マニピュレタ本体85とこの本体85に取り付けたアーム82を有している。図9に示したマニピュレータの固定ねじ63と駆動部62間に術具装備関節81を挟んで、アーム82への術具60の取り付けを可能にしている。

### 【0051】

アーム82の軸方向中間部及び術具装備関節81の反対端に、ジンバル部84、83を設けている。アーム82の中間のジンバル部83は、保持アーム86で本体85に固定されている。アーム82端側のジンバル部84は、本体85に対して併進方向D4～D6にアームが移動することを可能にしている。また、アーム82中間のジンバル部83は、アーム82の軸回りD3の移動を可能にしている。

### 【0052】

アーム82端のジンバル部84が動作すると、アーム82はジンバル部83を支点にして、アーム82先端の術具装備関節81を移動させる。このとき、アーム82軸方向であるD4方向には、ジンバル部84と術具装備関節82とが一緒に動く。アーム82軸に直角な2方向であるD5、D6方向については、ジンバル部83を中心にしてジンバル部84と術具装備関節81とが逆方向に動作する。アーム82を軸回りに回転させる(D3方向)と、術具装備関節81はアーム82軸に直角な方向回り(D2方向)に回転する。これは、術具60の首振り動作である。なお、術具装備関節81は、術具60を筒部14の軸回り(D1方向)に回転させる機構を有している。これらの各方向D1～D3方向のマニピュレータの回転は、マニピュレタ本体85またはアーム82に内蔵された図示しないアクチュエータ及び制御装置により制御される。

### 【0053】

本実施例によれば、マニピュレータを干渉することなく各方向D1～D3方向に動かせるので、マニピュレタシステムの制御が容易になる。さらに、術具部の複数の自由度に加えてマニピュレタアームの6個の自由度を制御するので、

複雑な治療動作を容易に行える。

#### 【0054】

上記実施例では、異なる方向の自由度が連続するマニピュレータシステムについて説明したが、同じ方向の自由度が連続するマニピュレータシステムでも本発明を適用できる。また、把持部は鉗子を例にとり説明したが、鉗子以外の種々のエンドエフェクタや治療具を使用できる。つまり、先端側の自由度をそれよりも基部側の自由度を通して制御するものであれば、上記各実施例と同様の効果が得られる。また、術具以外にも、ロボットの肩、手首、指、膝や足首の関節、あるいは多関節からなるマスタスレーブマニピュレータなどに適用できる。

なお、上記各実施例では信号検出用の配線や動力線の記載を省いているが、これらもワイヤの経路と同様に配線すれば、余計なたるみを関節部に持たせる必要がなくなる。また、関節部での信号線や動力線の挟み込みや巻き込みを防止できる。さらに、光ファイバを用いたセンサや軟性内視鏡などの観察手段をロボットの先端に取り付けるときに、ワイヤの配線経路に沿ってファイバや軟性内視鏡を這わせれば、関節の動作による余計な外力がファイバや軟性内視鏡に加わらないので、安定した画像が得られるとともに、内視鏡やファイバの寿命を向上できる。

#### 【0055】

上記各実施例及び変形例によれば、中間部に設けた2個の転がり部材は一方が他方の周りを公転するだけであるから、アクチュエータの相対位置が変化せず、制御が容易になる。また、人の手のようなコンパクトな構造で複雑な作業を実行でき、アプローチしにくい位置でも処置可能となる。

#### 【0056】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、マニピュレータの関節部を形成する隣り合うブーリに、駆動ワイヤをクロスしてかけるようにしたので、駆動ワイヤの経路長および位相を関節の角度変化によらず一定に保持できるので、マニピュレータを小型化できるとともに制御性が向上する。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明に係るマニピュレータの一実施例の斜視図。

**【図2】**

図1に示したマニピュレータに用いる関節部の分解斜視図。

**【図3】**

本発明に係るマニピュレータのワイヤの配線状態を説明する図。

**【図4】**

図1に示したマニピュレータの先端部の詳細斜視図。

**【図5】**

本発明に係るマニピュレータの変形例の斜視図。

**【図6】**

本発明に係るマニピュレータの他の変形例の斜視図。

**【図7】**

本発明に係るマニピュレータのさらに他の変形例の斜視図。

**【図8】**

本発明に係るマニピュレータのワイヤの配線状態を説明する図。

**【図9】**

本発明に係るマニピュレータの他の実施例の斜視図。

**【図10】**

図9におけるワイヤの配線状態を説明する図。

**【図11】**

本発明に係るマニピュレータを用いたマニピュレータシステムの一実施例の斜視図。

**【符号の説明】**

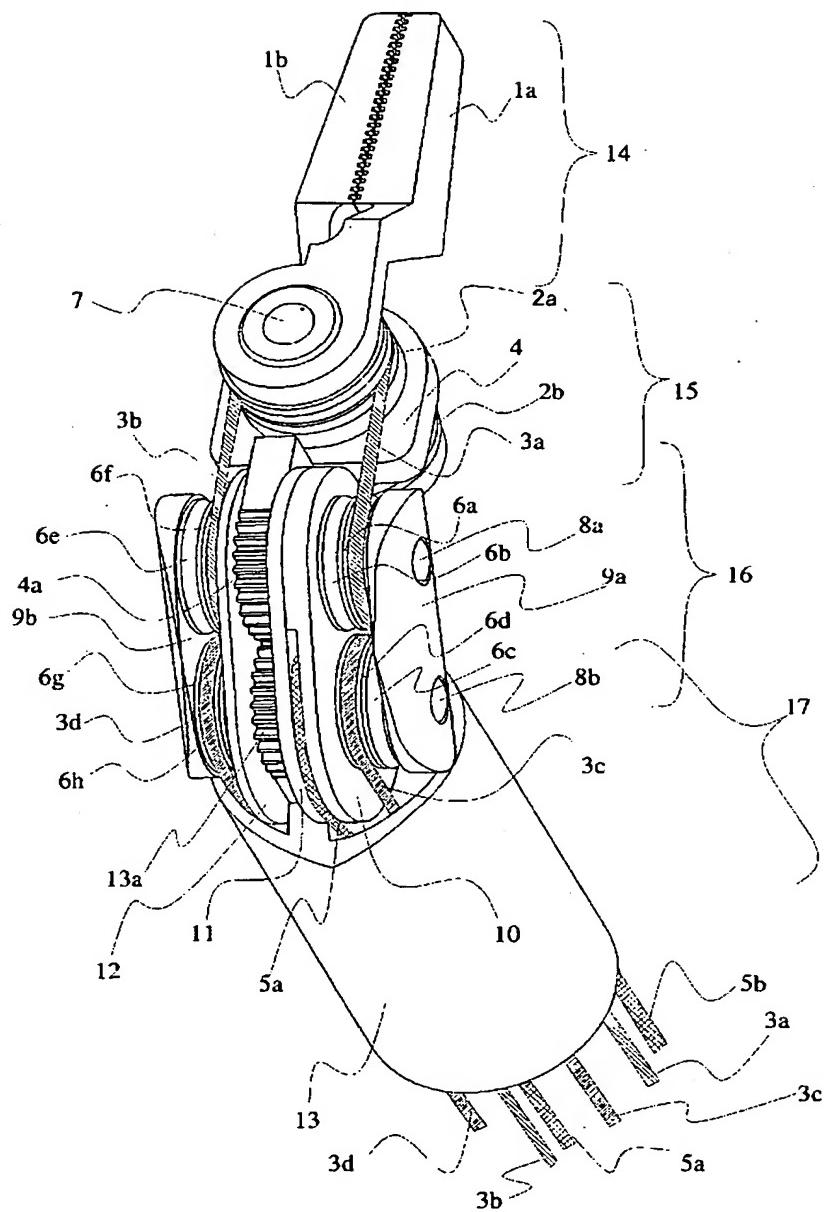
1 a、 1 b … ブレード、 2 a、 2 b … ブレードブーリ、 3 a ~ 3 d … 駆動ワイヤ  
、 4 … 先端基部、 4 a … 歯車部、 4 b … 転がり部材、 5 a、 5 b … 駆動ワイヤ、  
6 a ~ 6 h … ブーリ(ガイド手段)、 7、 8 a、 8 b … 軸、 9 a、 9 b、 10 ~ 1

2…中間プレート、13…筒部、13a…歯車部、13b…転がり部材、14…把持部、15…先端部、16…中間部、17…根元部、20…凸部、22a、22b…溝、23a、23b…固定部、24a、24b…穴、50、52…ブレード駆動モータ、54…首振り駆動モータ、51、53、55…モータブーリ、56、57、58…張力検出手段、65a～65f…ローラ(第1の案内手段)、66a～66c…ローラ(第2の案内手段)、67a～67c…ローラ(第3の案内手段)。

【書類名】 図面

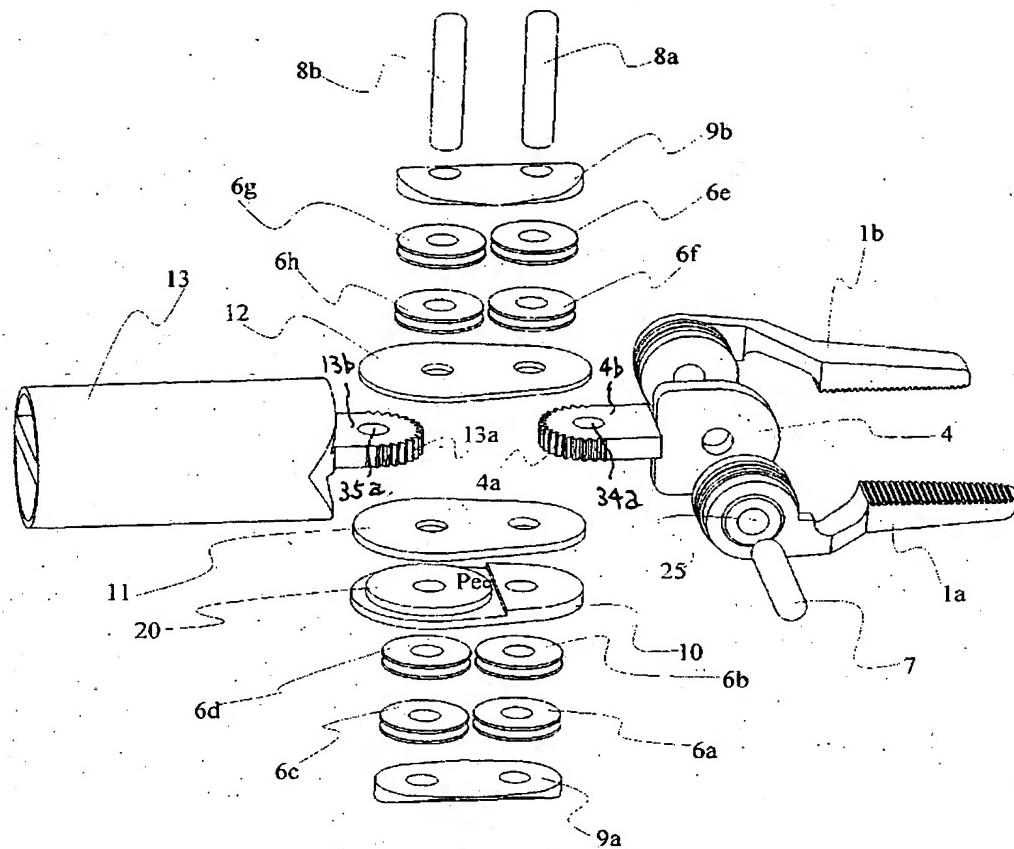
【図 1】

図 1



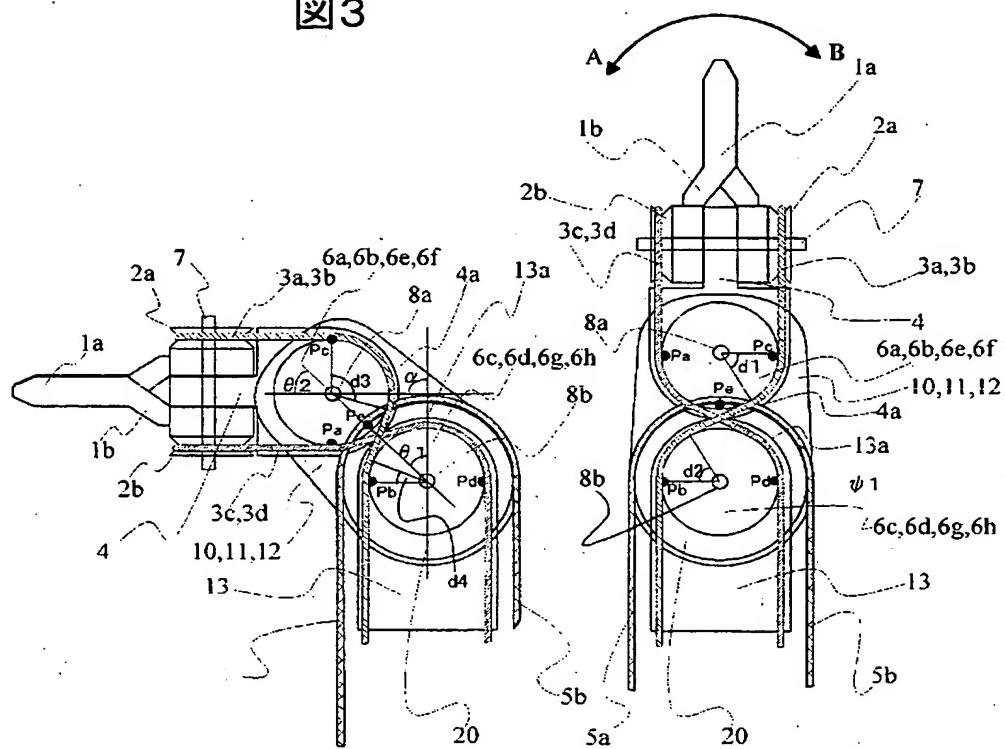
【図2】

図2



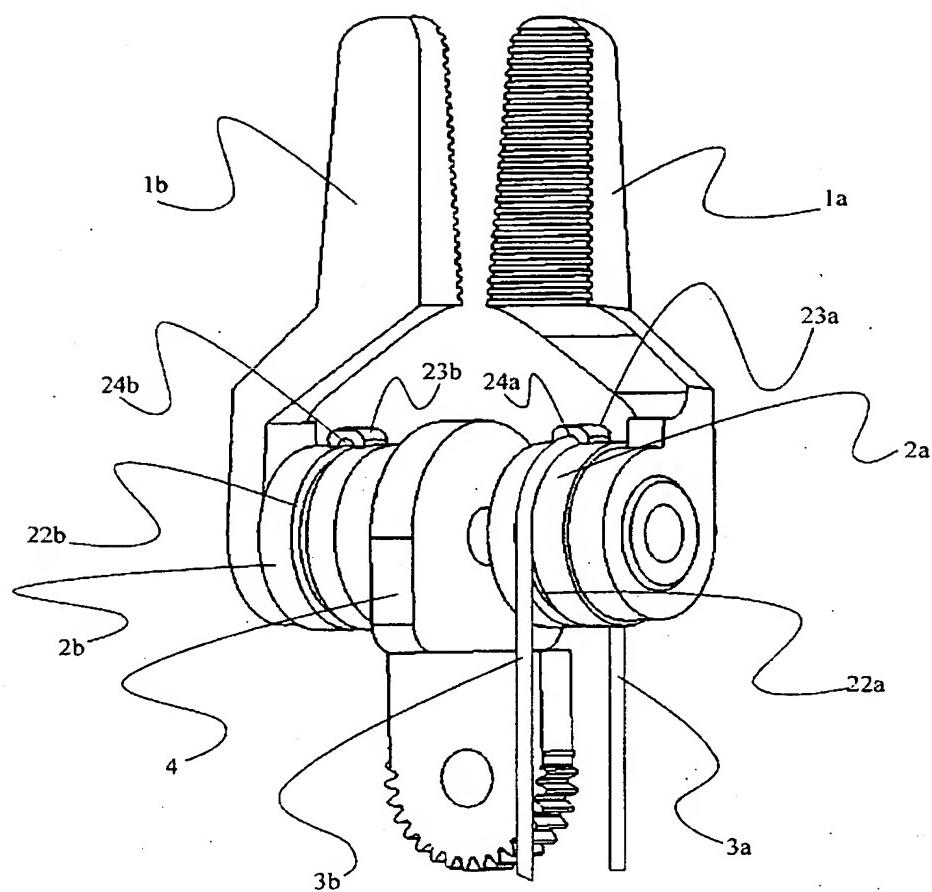
【図3】

図3



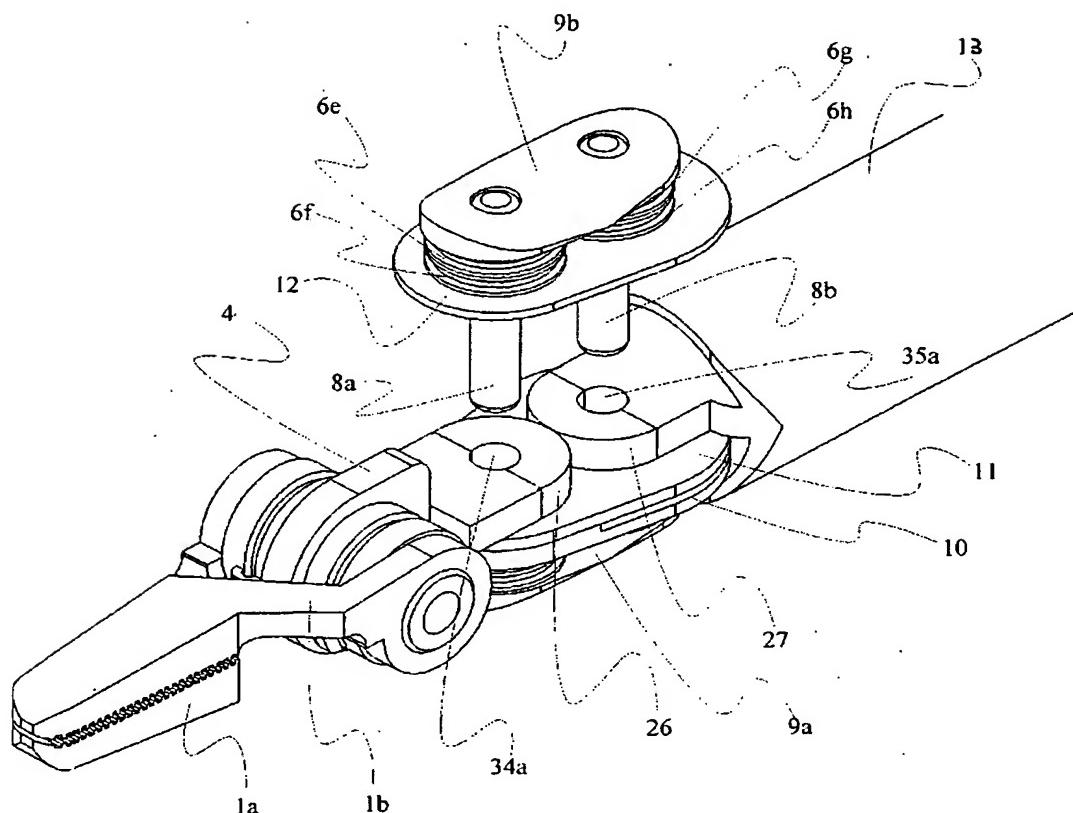
【図4】

図4



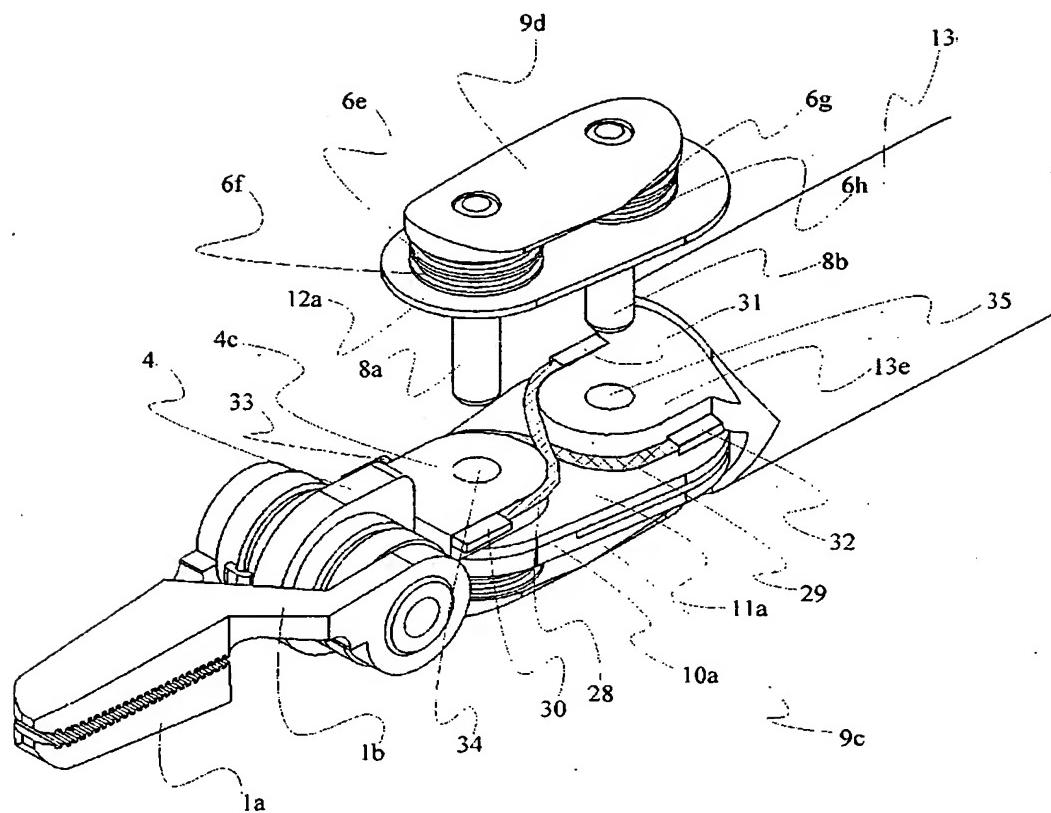
【図5】

図5



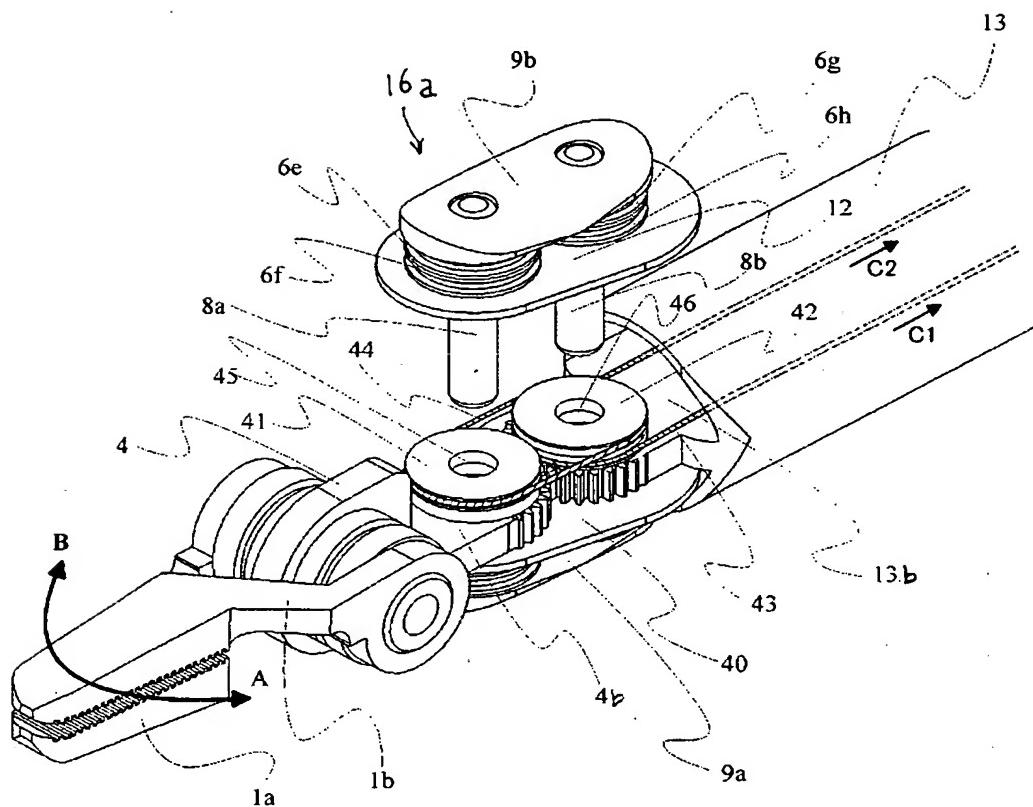
【図6】

図6



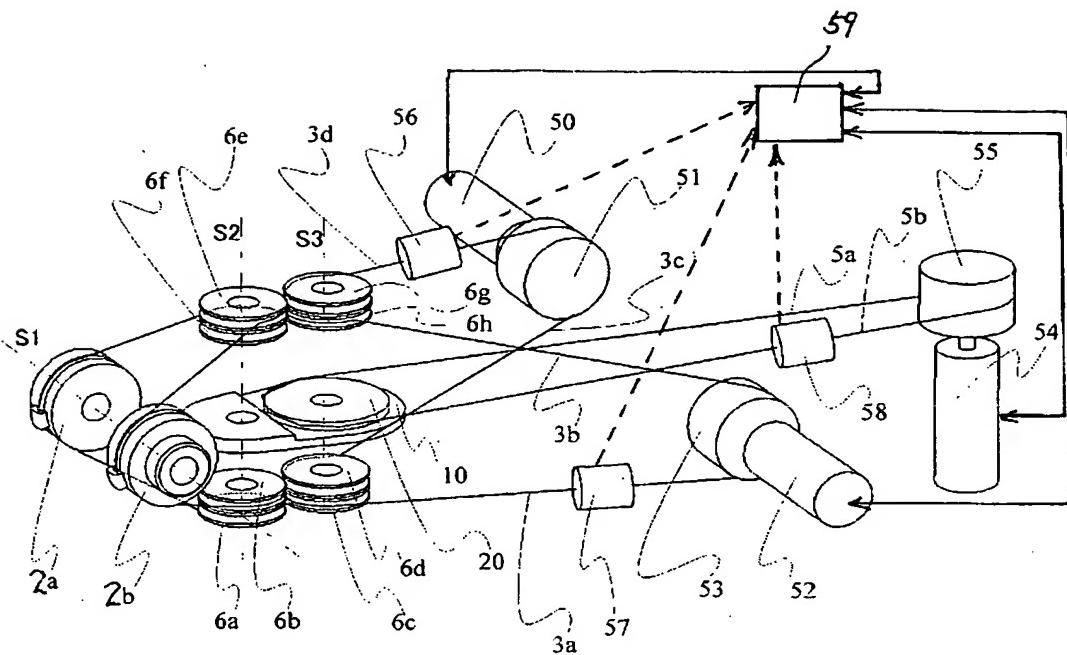
【図7】

図7



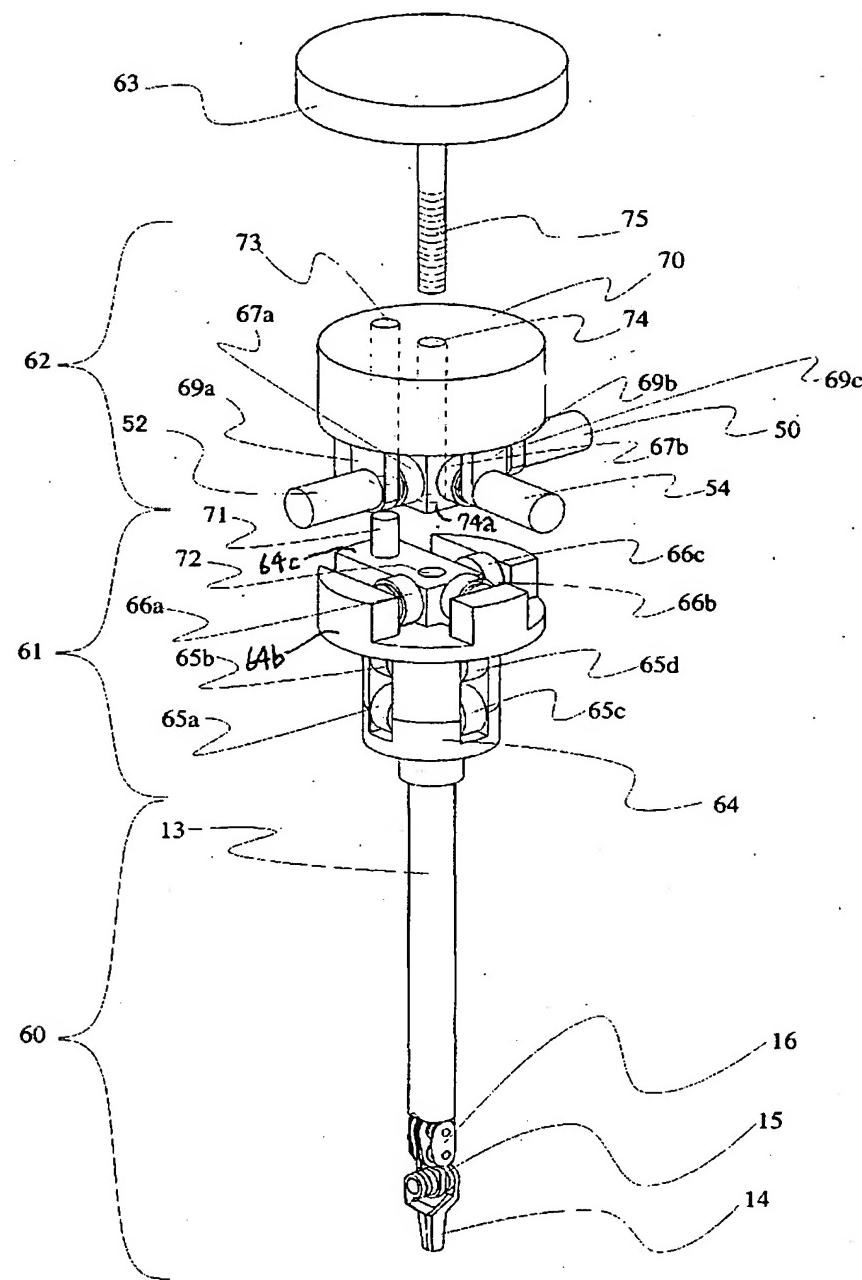
【図8】

図8



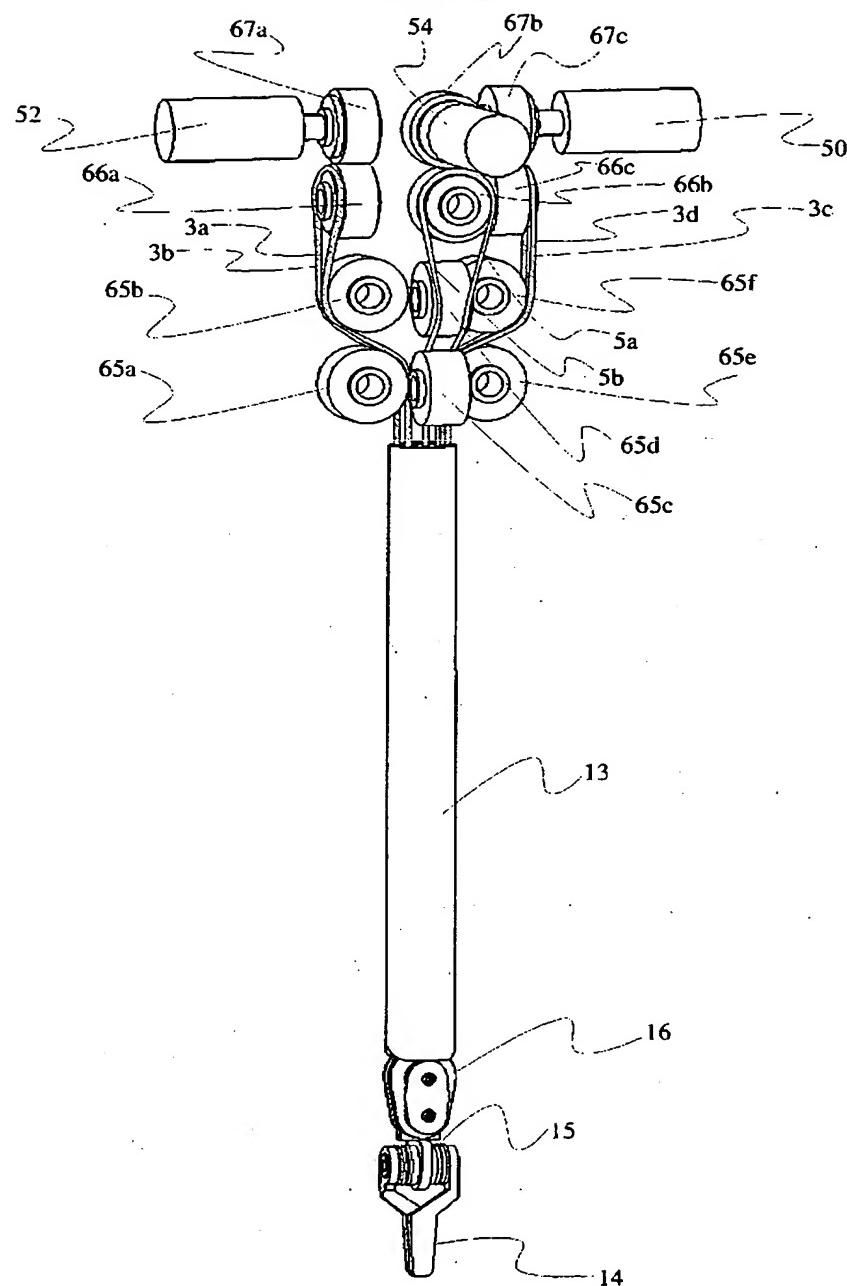
【図9】

図9



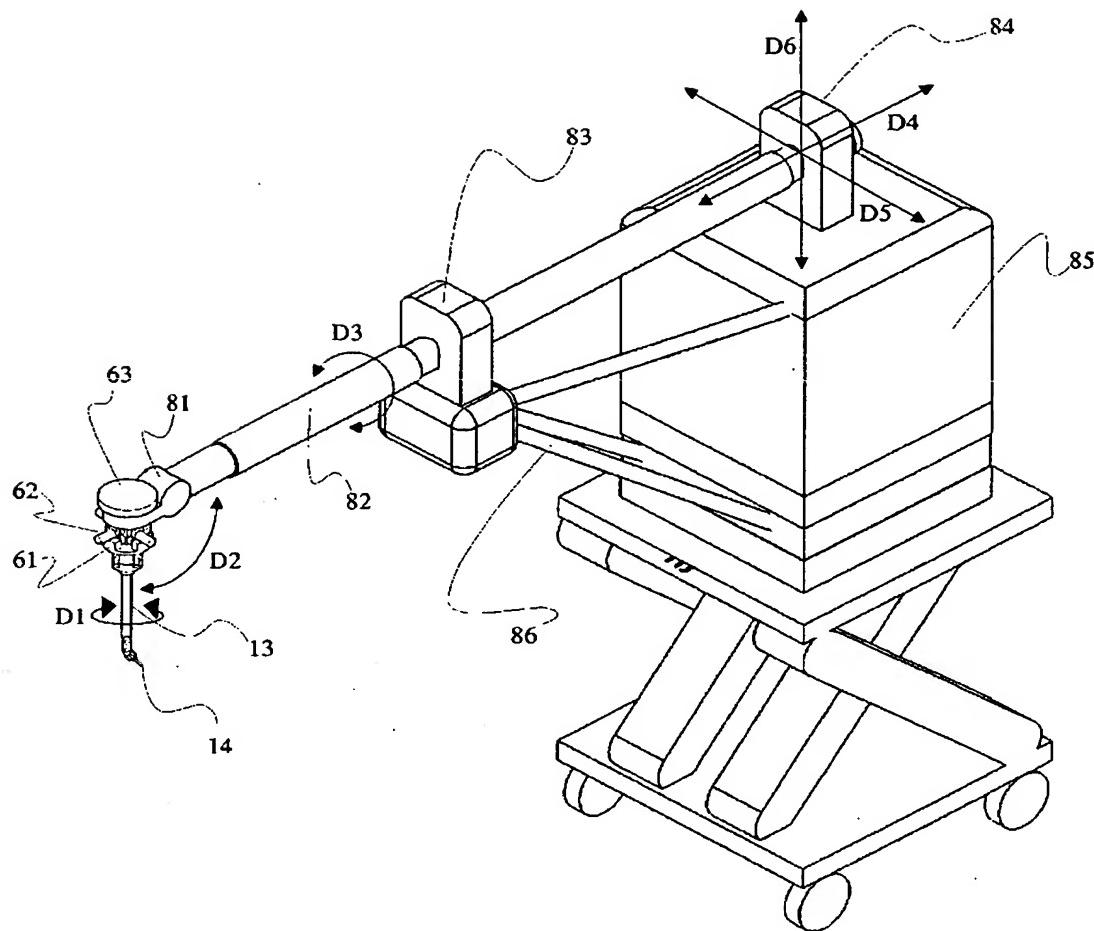
【図10】

図10



【図11】

図11



**【書類名】 要約書**

**【要約】**

**【課題】**

医療用マニピュレータを小型にするとともに、制御性を向上させる。

**【解決手段】**

マニピュレータは、術具部60とこの術具部に設けた把持部14を駆動する駆動部62とを有する。術具部と駆動部との間に術具側結合部61を設け、駆動部とこの術具側結合部間で術具を分離または連結可能とする。術具部は、把持部を回転させる関節を有する。関節は対向して配置された2個の転がり部材と、一方の転がり部材を他方に対して自転することなく公転させる駆動手段と、2個の転がり部材の回転中心間距離を一定に保つ手段とを有する。

**【選択図】 図9**

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-289359
受付番号	50201479801
書類名	特許願
担当官	小松 清 1905
作成日	平成14年10月 8日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】 平成14年10月 2日

次頁無

特願2002-289359

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏名 株式会社日立製作所